

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 043 045 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.10.2000 Patentblatt 2000/41

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: A62C 39/00

(21) Anmeldenummer: 00106176.1

(22) Anmeldetag: 21.03.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 08.04.1999 DE 19915801

(71) Anmelder:

TOTAL WALTHER GmbH,  
Feuerschutz und Sicherheit  
51069 Köln (DE)

(72) Erfinder: Schroeder, Guido

51515 Kürten (DE)

(74) Vertreter:

Selting, Günther, Dipl.-Ing. et al  
Patentanwälte

von Kreisler, Selting, Werner

Postfach 10 22 41

50462 Köln (DE)

### (54) Feuerlöschanlage

(57) In einer Feuerlöschanlage wird tiefkalte Kohlendensäure als Löschmittel benutzt, in der CO<sub>2</sub> in flüssiger Phase in einem isolierten Behälter (1) gelagert ist. Der Behälter wird mittels eines Kälteaggregates (3) auf tiefer Temperatur gehalten. Aus dem Behälter (1) führt eine Verteilerleitung (5) zu einer Löschleitung (8), die mit Löschdüsen (10) versehen ist. Das aus der Flüssigphase des Behälters (1) abgezogene Löschmittel ist innerhalb der Verteilerleitung (5) vom Behälter (1) zu einem Bereichsventil (9) gegen Kälteabstrahlung

geschützt, wodurch das Löschmittel in der Verteilerleitung flüssig gehalten wird. Das sich in der Verteilerleitung (5) bildende, nach oben steigende CO<sub>2</sub>-Gas wird dort abgezogen und in die Gasphase des Behälters (1) zurückgeführt. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß im Brandfall an den Löschdüsen (10) sogleich flüssiges Löschmittel verfügbar ist, ohne daß erst gasförmiges Löschmittel ausgeblasen werden müßte.

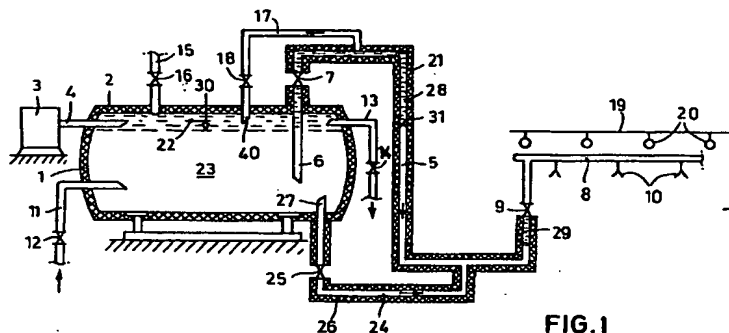


FIG. 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Feuerlöschanlage mit einer tiefkalten Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) als Löschmittel, insbesondere einer CO<sub>2</sub>-Niederdruckanlage (ca. 20 bar), in der das CO<sub>2</sub> in flüssiger Phase mit einer Temperatur von -18 °C bis 22 °C, insbesondere -20 °C in einem isolierten Behälter gelagert und mittels eines Kühlaggregates auf diese Temperatur gehalten und von dort mittels einer Verteilerleitung mit einem Bereichsventil zu einer Löschleitung mit Löschdüsen geführt wird, sowie eine nach dem Verfahren arbeitende Feuerlöschanlage.

[0002] Derartige Feuerlöschanlagen sind sogenannte KOTIKA-Anlagen (Kohlensäure tiefkalt). CO<sub>2</sub> ist ein geruchs- und farbloses Gas, ein elektrischer Nichtleiter und wirkt weder ätzend, verschmutzend noch korrosiv. Durch Einblasen von Kohlensäure in einen Raum kann der Sauerstoffgehalt der Raumatmosphäre reduziert werden. Im Brandfall wird durch Verdrängen des Luftsauerstoffes die Brandreaktion erstickt.

[0003] Folgeschäden oder Verschmutzungen durch das Löschmittel können ausgeschlossen werden. KOTIKA-Anlagen eignen sich zur Bekämpfung von Bränden in der Lackherstellung und -verarbeitung, der Lebensmittelfabrikation, in Schaltanlagen, Rechenzentren, Walzwerken o.ä.

[0004] Die Löschanlage kann über jede geeignete und anerkannte Branderkennung und Löschanlagensteuerung ausgelöst werden. So kann beispielsweise mit einem pneumatisch-elektrischen oder mit einem pneumatischen Anregersystem die KOTIKA-Anlage durch Glasfaß-Anreger und zusätzlich über eine Handauslösung angesteuert werden. Das Glasfaßchen in einem Glasfaß-Anreger platzt beim Erreichen seiner Auslösetemperatur, oder durch Betätigen der Handauslösung wird die Steuerleitung entlastet und liefert damit ein pneumatisches Steuersignal.

[0005] Als Steuermedium dient CO<sub>2</sub>-Gas aus dem Gaspolster der KOTIKA-Anlage. Der KOTIKA-Behälter steht auf einer Waage, die den Behälterinhalt kontrolliert. Bei Verlust von Kohlensäure wird über einen Kontakt eine Schwundmeldung ausgelöst.

[0006] Die CO<sub>2</sub>-Lagertemperatur von ca. -20 °C wird durch das Kühlaggregat und die Isolierung des Behälters aufrechterhalten. Damit wird der Druck der geladenen flüssigen Kohlensäure auf ca. 20 bar gehalten. Mit dieser Technik kann Kohlensäure in großen Mengen rationell bevorratet werden. Wirtschaftlich ist ein Einsatz derartiger Anlagen ab einer CO<sub>2</sub>-Lagermenge von 2000 kg. Ein KOTIKA-Behälter kann mehrere Löschbereiche über Bereichsventile versorgen.

[0007] Kohlensäure wirkt in löschwirksamer Konzentration lebensbedrohend, daher sind bei Raumkonzentrationen größer 5 %Vol CO<sub>2</sub> besondere Vorkehrungen für den Personenschutz vorzusehen.

[0008] In der KOTIKA-Anlage bildet sich im oberen Bereich des Löschmittel-Behälters und in der Verteiler-

leitung eine Gasphase. Die Gasmenge aus der Verteilerleitung muß im Brandfalle durch die Leitungen zu den Löschdüsen geführt werden. Somit wird im Brandfall zunächst ein CO<sub>2</sub>-Gas aus den Löschdüsen abgeführt. Dieses Gas ist nicht löschfähig. Erst nach restloser Ausstragung der Gasphase wird das löschfähige Flüssiggas aus den Löschdüsen auf den Brandherd aufgebracht.

[0009] Bis die löschwirksame Flüssiggasphase wirksam wird, strömt während eines Zeitfaktors von ca. 10 s die CO<sub>2</sub>-Gasphase durch das Rohrnetz bis zu den Löschdüsen. Vor allem für den Objektschutz muß bei Anwendung von CO<sub>2</sub>-Niederdruck-Feuerlöschanlagen dieser Zeitfaktor verkürzt werden. Dies ist bei sehr schnell wirksamen Verbrennungsvorgängen, wie z.B. an Walzgerüsten für die Aluminiumblechherstellung, für das zu schützende Objekt im Sinne einer schnellen und effektiven Brandlöschung unerlässlich. Es müssen hier aufgrund der brandspezifischen Einflußfaktoren und der damit verbundenen möglichen Schäden kürzere Gasphasen für eine erfolgreiche Brandlöschung realisiert werden.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die löschfähige Flüssiggasphase schneller über die Löschdüsen auf den Brandherd aufzubringen. Der Zeitfaktor für die Gasphase soll  $\leq 5$  s sein.

[0011] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das aus der Flüssigphase des Behälters abgezogene Löschmittel innerhalb der Verteilerleitung vom Behälter bis zum Bereichsventil gegen Kälteabstrahlung geschützt und somit das Löschmittel in der Verteilerleitung flüssig gehalten wird, und daß das sich in der Verteilerleitung bildende nach oben steigende CO<sub>2</sub>-Gas dort abgezogen und in die Gasphase des Behälters zurückgeführt wird.

[0012] Mit dieser Maßnahme steht löschfähiges flüssiges CO<sub>2</sub> bis in den Bereich des Bereichsventils an, so daß und im Brandfalle sofort ein löschfähiges Mittel über die Löschdüsen auf den Brandherd aufgetragen wird. Dieses Verfahren ist insbesondere dann in vorteilhafter Weise einsetzbar, wenn der Löschmittel-Behälter gleichhoch oder höher als das Bereichsventil liegt.

[0013] Wird aus der Flüssigphase des Behälters ein Teil des flüssigen Löschmittels abgezogen und in die tieferliegende Verteilerleitung geführt und gegen Kälteabstrahlung geschützt, dann wird mit Sicherheit vermieden, daß sich die Verteilerleitung mit Gas füllt.

[0014] Eine weitere erfindungsgemäße Maßnahme ist darin zu sehen, daß das flüssige Löschmittel mittels einer CO<sub>2</sub>-Pumpe in einen Zwangsumlauf versetzt wird. Mit dem Zwangsumlauf des flüssigen CO<sub>2</sub> wird jederzeit sichergestellt, daß sich in der Verteilerleitung keine Gasphase bildet. Sollte sich jedoch eine Gasphase bilden, kann diese abgezogen werden., Somit ist die Forderung nach einem Beginn der Löschwirksamkeit der Anlage von  $\leq 5$  s erfüllt.

[0015] Besonders vorteilhaft ist, wenn das CO<sub>2</sub> mittels zweier oder mehrerer CO<sub>2</sub>-Pumpen gefördert wird,

die parallel geschaltet und separat absperbar sind. Hiermit wird eine absolute Betriebssicherheit geschaffen. Mit dieser Maßnahme kann bei einer der beiden Pumpen während des laufenden Betriebes eine Wartung oder Instandhaltung durchgeführt werden. Außerdem kann bei Ausfall einer Pumpe der Betrieb mit einer Pumpe weiter aufrechterhalten werden.

[0016] Eine weitere Erfindungsgemäße Maßnahme wird, darin gesehen, daß die Feuerlöschanlage in einem Gleichdrucksystem mit einem Gasausgleich gefahren und das rückgeführte CO<sub>2</sub>-Gas zusätzlich gekühlt wird.

[0017] Hiermit wird eine klassische CO<sub>2</sub>-Niederdruckanlage mit einem Gasausgleichssystem und separatem Kühlaggregat für die Flüssiglagerung bis zum Bereichsventil ausgestattet. Das Gasausgleichssystem mit der Rückführung zum Löschmittel-Behälter verhindert auch hier die Gasphase in der Verteilerleitung. Dabei können die beiden Kühlaggregate über eine Kaskadenschaltung gesteuert werden, wobei im Normalbetrieb die Steuerung beider Kühlaggregate mittels eines Pressostaten erfolgt. Hierdurch wird bei einer klassischen CO<sub>2</sub>-Niederdruckanlage ein autarker Betrieb der Gesamt-Löschanlage erreicht. Diese Verfahrensweise kann insbesondere dann vorteilhaft eingesetzt werden, wenn der Löschmittel-Behälter höher liegt als das Bereichsventil.

[0018] Ausgehend von einer Feuerlöschanlage mit einer tiefkalten Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) als Löschmittel, das in einem isolierten mit einem Kühlaggregat verbundenen Behälter gelagert ist, von dem eine mit einem Tauchrohr, einem Absperrventil und einem Bereichsventil versehene Verteilerleitung zu einer Löschleitung mit Löschdüsen abgeht, und der Behälter mit einer Füllleitung für das Löschmittel und einer Rückgasleitung versehen ist, wird erfindungsgemäß zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagen, daß die Verteilerleitung vom Löschmittelbehälter bis zum Bereichsventil mit einer Isolierung versehen und an der höchsten Stelle der Verteilerleitung eine Gas-Rückführleitung angeschlossen ist, deren anderes Ende in die Gasphase des Löschmittelbehälters geführt ist.

[0019] Eine besonders vorteilhafte Vorrichtung wird darin gesehen, daß ein Tauchrohr aus der Flüssigphase des Löschmittelbehälters geführt und an eine Bypassleitung angeschlossen ist, deren freies Ende in die Verteilerleitung geführt und mit einer Isolierung versehen ist. Dabei kann an der höchsten Stelle der Verteilerleitung eine Gasrückführleitung mit Absperrventil angeschlossen und mit einem in die Gasphase des Löschmittelbehälters geführten Entnahmerohres verbunden sein.

[0020] Des weiteren wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß in die Gasrückführleitung ein Wärmetauscher eingebaut ist.

[0021] Für einen Zwangumlauf wird in die Bypassleitung eine (oder mehrere) CO<sub>2</sub>-Gaspumpe eingebaut.

[0022] Einzelheiten der Erfindung sind in einem Ausführungsbeispiel in einer Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert.

[0023] Es zeigen:

Fig. 1 eine Feuerlöschanlage mit einem lotrechten Tauchrohr für das Löschmittel,

Fig. 2 eine Feuerlöschanlage mit einem waagerechten Tauchrohr für das Löschmittel und

Fig. 3 eine weitere Ausgestaltung der Erfindung.

[0024] In einem Löschmittelbehälter 1 mit einer Isolierung 2 ist tiefkalte Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) als Löschmittel gelagert. Eine Temperatur des Löschmittels von ca. -20 °C wird von einem Kühlaggregat 3 mit einer Verbindungsleitung 4 zum Löschmittelbehälter 1 aufrechterhalten. In den Löschmittelbehälter 1 ist gemäß Figur 1 ein lotrechtes Tauchrohr 6 eingelassen, an das eine mit Isolierung 21 versehene Verteilerleitung 5 mit einem Absperrventil 7 angeschlossen ist. Das andere Ende der Verteilerleitung 5 ist mit einer Löschleitung 8 mit Löschdüsen 10 verbunden und mit einem Bereichsventil 9 versehen. Die Ventile 7 und 9 können ebenfalls isoliert sein. Das Löschmittel wird über eine Füllleitung 11 mit einem Füllventil 12 in den Löschmittelbehälter 1 eingefüllt. Desweiteren ist eine Gasrückleitung 13 mit einem Absperrventil 14 vorgesehen. Mit 16 ist ein Sicherheitsventil in einer Sicherheitsleitung 15 bezeichnet. Eine nicht dargestellte Steuergasleitung ist zu einem Alarmventil einer mechanischen Verzögerungseinrichtung mit einem Löschventil geführt. Der Löschleitung 8 ist eine Anregerleitung 19 mit Anreger 20, z.B. Glasfäßchen-Anreger, zugeordnet, die einmal zu einer nicht dargestellten Handauslösung und zum anderen zur Steuerleitung 37 mit einer nicht dargestellten Steuerzentrale geführt ist.

[0025] Vor dem Bereichsventil 9 ist an die Verteilerleitung 5 eine Gasrückführleitung 17 mit einem Absperrventil 18 angeschlossen, die mittels eines Entnahmerohres 40 in die Gasphase 22 des Löschmittelbehälters 1 eingeführt ist. Fernerhin ist in den Löschmittelbehälter 1 ein weiteres Tauchrohr 27 eingelassen, an das eine Bypassleitung 24 mit einem Absperrventil 25 angeschlossen ist. Diese mit einer Isolierung 26 versehene Bypassleitung 24 ist mit dem anderen Ende mit der Verteilerleitung 5 verbunden. Die Verteilerleitung 5 füllt sich im oberen Bereich mit einer Gasphase 28, wobei sich die Grenzschicht 31 auf Höhe der Grenzschicht 30 im Löschmittelbehälter 1 einstellt. Des weiteren bildet sich vor dem Bereichsventil 9 ein Gaspolster 29, das als Isolierung für das Bereichsventil 9 dient.

[0026] Gemäß Figur 2 ist ein waagerechtes Tauchrohr 6a vorgesehen, an das die Verteilerleitung 5 angeschlossen ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Gasrückführleitung in zwei Teileleitungen 17a und 17b aufgeteilt, zwischen denen ein Wärmetauscher 32 ein-

gebaut ist. Zwischen dem Bereichsventil 9 und der Teilleitung 17a ist eine Steuerleitung 37 vorgesehen, in die ein Steuerventil 38 eingebaut ist. Außerdem ist zwischen dem Wärmetauscher 32 und der Verteilerleitung 5 eine weitere Rückführleitung 39 vorgesehen. In der Teilleitung 17b bildet sich ein Gaspolster 28a.

**[0027]** Gemäß Figur 3 ist die Bypassleitung in zwei Teilleitungen 24a und 24b aufgeteilt, zwischen denen zwei parallel zueinander verlaufende Pumpenleitungen 35 und 36 vorgesehen sind, in denen jeweils eine CO<sub>2</sub>-Pumpe 33 und 34 eingebaut ist. Die Pumpenleitungen 35,36 und die Pumpen 33,34 sind mit einer Isolierung 26 umgeben und vor dem Bereichsventil 9 mit der Verteilerleitung 5 verbunden.

**[0028]** Die erfindungsgemäße Wirkung ist wie folgt:

#### Verfahrensvariante 1

**[0029]** Gemäß Figur 1 ist ein einfacher Anlagenaufbau realisiert. Hierbei ist Voraussetzung, daß das Bereichsventil 9 tiefer liegt als der Löschmittelbehälter 1. Die absperzbare Bypassleitung 24 verbindet den Löschmittelbehälter 1 und die Verteilerleitung 5 zu dem Bereichsventil 9. Somit ist die Gas- und Flüssigkeitsphase miteinander verbunden und bildet eine kommunizierende Röhre. Es stellt sich ein natürlicher Umlauf ein. Mit der Bypassleitung 24 wird verhindert, daß sich die gesamte Verteilerleitung 5 mit Gas füllt und demzufolge ein verzögerter Löschvorgang eingeleitet wird.

**[0030]** Im Brandfalle 1 muß nur ein kleiner Kaltzer-Gasanteil abgeführt werden, so daß das flüssige Löschmittel schneller an den Löschdüsen 10 wirksam wird.

#### Verfahrensvariante 2

**[0031]** Hier wird eine CO<sub>2</sub>-Niederdruck-Löschanlage mit einem Gasausgleichssystem mittels eines separaten Wärmetauschers 32 für die Flüssiglagerung ausgestattet. Mit dem Wärmetauscher 32 wird die aufsteigende Gasphase 28a rückgeführt und mittels der Rückführleitung 39 in die Verteilerleitung 5 rückgeführt. Über die Teilleitung 17a wird ein Gleichdrucksystem geschaffen und somit sichergestellt, daß sich die Grenzschichten 30 und 30a immer auf gleicher Höhe befinden. Bei dieser Verfahrensvariante ist die Verteilerleitung vollständig mit einem flüssigen CO<sub>2</sub>-Löschmittel gefüllt.

#### Verfahrensvariante 3

**[0032]** Sollte die geometrische Ausgestaltung der Verteilerleitung 5 einen natürlichen Umlauf des Löschmittels nicht zulassen, so wird ein CO<sub>2</sub>-Zwangsumlauf mittels einer oder mehrerer CO<sub>2</sub>-Pumpen 33,34 (Fig. 3) realisiert.

**[0033]** Bei der Anwendung von zwei CO<sub>2</sub>-Pumpen kann bei Ausfall einer Pumpe der Betrieb aufrechterhalten werden. Außerdem kann während des laufenden

Betriebes an einer Pumpe eine Wartung oder Instandhaltung durchgeführt werden.

**[0034]** Die Verfahrensvarianten 1 bis 3 können ohne weiteres miteinander oder einzeln kombiniert werden.

#### **Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betreiben einer Feuerlöschanlage mit einer tiefkalten Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) als Löschmittel, insbesondere einer CO<sub>2</sub>-Niederdruckanlage (20 bar), in der das CO<sub>2</sub> in flüssiger Phase mit einer Temperatur von -18 °C bis 22 °C, insbesondere -20 °C, in einem isolierten Behälter (1) gelagert und mittels eines Kühlaggregates (3) auf dieser Temperatur gehalten und von dort mittels einer Verteilerleitung (5) mit einem Absperrventil (7) und einem Bereichsventil (9) zu einer Löschleitung (8) mit Löschdüsen (10) geführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das aus der Flüssigphase des Behälters (1) abgezogene Löschmittel innerhalb der Verteilerleitung (5) vom Behälter (1) bis zum Bereichsventil (9) gegen Kälteabstrahlung geschützt und somit das Löschmittel in der Verteilerleitung flüssig gehalten wird, und daß das sich in der Verteilerleitung bildende nach oben steigende CO<sub>2</sub>-Gas dort abgezogen und in die Gasphase des Behälters zurückgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Flüssigphase des Behälters (1) ein Teilstrom des flüssigen Löschmittels abgezogen und in die Verteilerleitung (5) geführt und gegen Kälteabstrahlung geschützt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Feuerlöschanlage in einem Gleichdrucksystem mit einem Gasausgleich gefahren und das rückgeführte CO<sub>2</sub>-Gas zusätzlich gekühlt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung für den Löschmittelbehälter (1) und die Kühlung für das rückgeführte CO<sub>2</sub>-Gas über eine Kaskadenschaltung gesteuert werden, wobei im Normalbetrieb die Steuerung beider Kühlaggregate mittels eines Pressostaten erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilstrom des flüssigen Löschmittels mittels einer CO<sub>2</sub>-Pumpe (33,34) in einen Zwangsumlauf versetzt wird und somit eine Verbindung der Gas- und Flüssigkeitsphasen herstellt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß das CO<sub>2</sub> mittels zweier CO<sub>2</sub>-Pumpen (33,34) gefördert wird, die parallel geschaltet und separat absperbar sind.

7. Feuerlöschanlage zur Durchführung der Verfahren 5  
nach den Ansprüchen 1 bis 6, mit einer tiefkalten  
Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) als Löschmittel, das in einem  
isolierten mit einem Kühlaggregat (3) verbundenen  
Behälter (1) gelagert ist, von dem eine mit einem  
Tauchrohr (6), einem Absperrventil (7) und einem 10  
Bereichsventil (9) versehene Verteilerleitung (5) zu  
einer Löschleitung (8) mit Löschdüsen (10) abgeht,  
und der Behälter (1) mit einer Füll-Leitung (11) für  
das Löschmittel und einer Rückgasleitung (13) ver-  
sehen ist, 15  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Verteilerleitung (5) vom Behälter (1) bis  
zum Bereichsventil (9) mit einer Isolierung (21) ver-  
sehen und an der höchsten Stelle der Verteilerlei-  
tung (5) eine Gas-Rückführleitung (17) 20  
angeschlossen ist, deren anderes Ende in die Gas-  
phase (22) des Löschmittelbehälters (1) geführt ist.
8. Feuerlöschanlage nach Anspruch 7, dadurch 25  
gekennzeichnet, daß ein Tauchrohr (27) aus der  
Flüssigphase (23) des Löschmittelbehälters (1)  
geführt und an eine Bypassleitung (24) ange-  
schlossen ist, deren freies Ende in die Verteilerlei-  
tung (5) geführt und mit einer Isolierung (26)  
versehen ist. 30
9. Feuerlöschanlage nach Anspruch 8, dadurch  
gekennzeichnet, daß an der höchsten Stelle der  
Verteilerleitung (5) eine Gasrückführleitung (17) mit  
Absperrventil (18) angeschlossen und mit einem in 35  
die Gasphase (22) des Löschmittelbehälters (1)  
geführten Entnahmerohres (40) verbunden ist.
10. Feuerlöschanlage nach einem der Ansprüche 7 bis  
9, dadurch gekennzeichnet, daß in die Gasrück- 40  
führleitung (17a,17b) ein Wärmetauscher (32) ein-  
gebaut ist.
11. Feuerlöschanlage nach einem der Ansprüche 7  
und 10, dadurch gekennzeichnet, daß in die Bypas- 45  
sleitung (24) eine CO<sub>2</sub>-Pumpe (33) eingebaut ist.
12. Feuerlöschanlage nach Anspruch 11, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Bypassleitung (24) über  
Pumpenleitungen (35 und 36) mit zwei CO<sub>2</sub>-Pum- 50  
pen (33,34) versehen ist, die einzeln abschaltbar  
und mit einer Isolierung (26a) versehen sind.

55

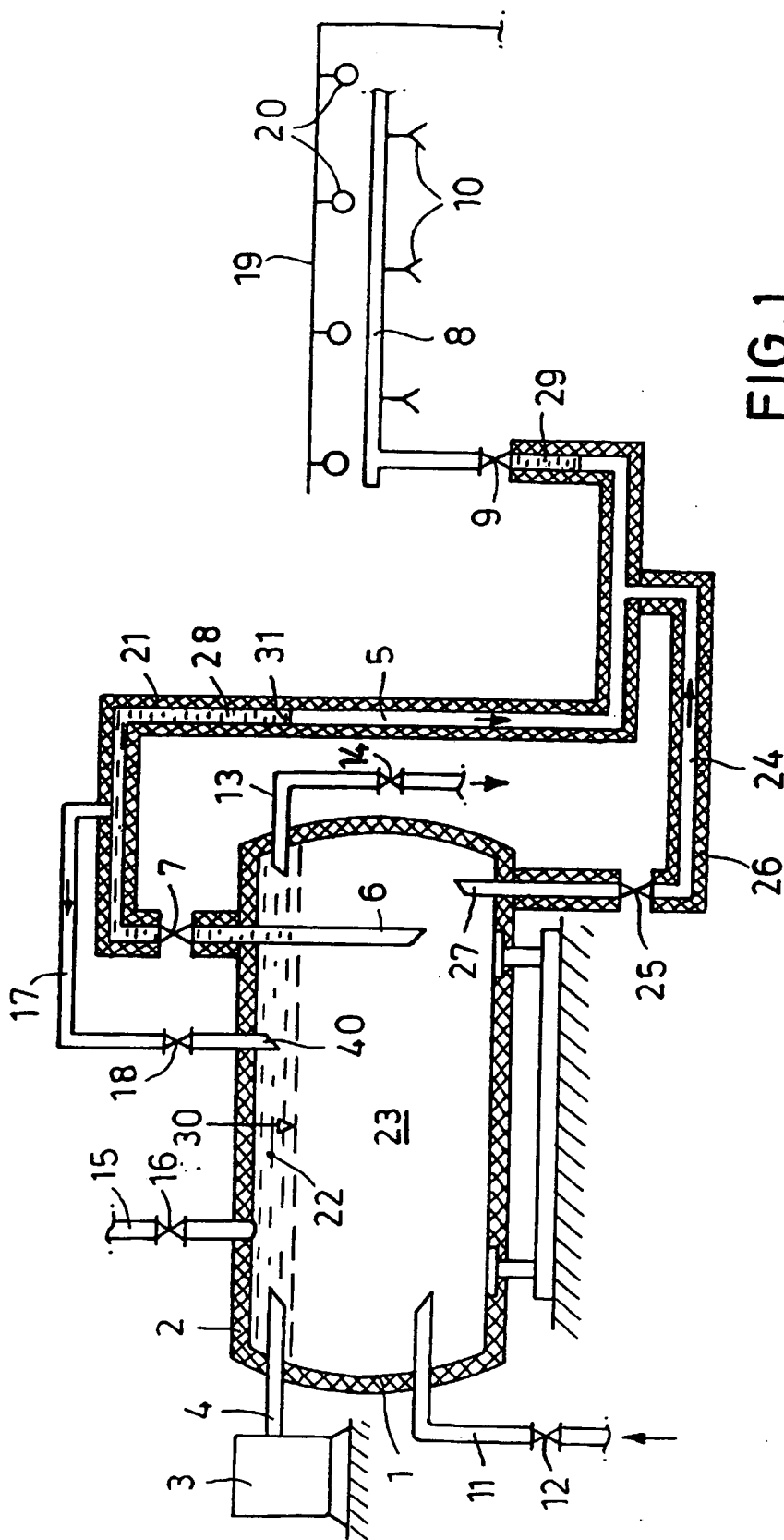


FIG. 1

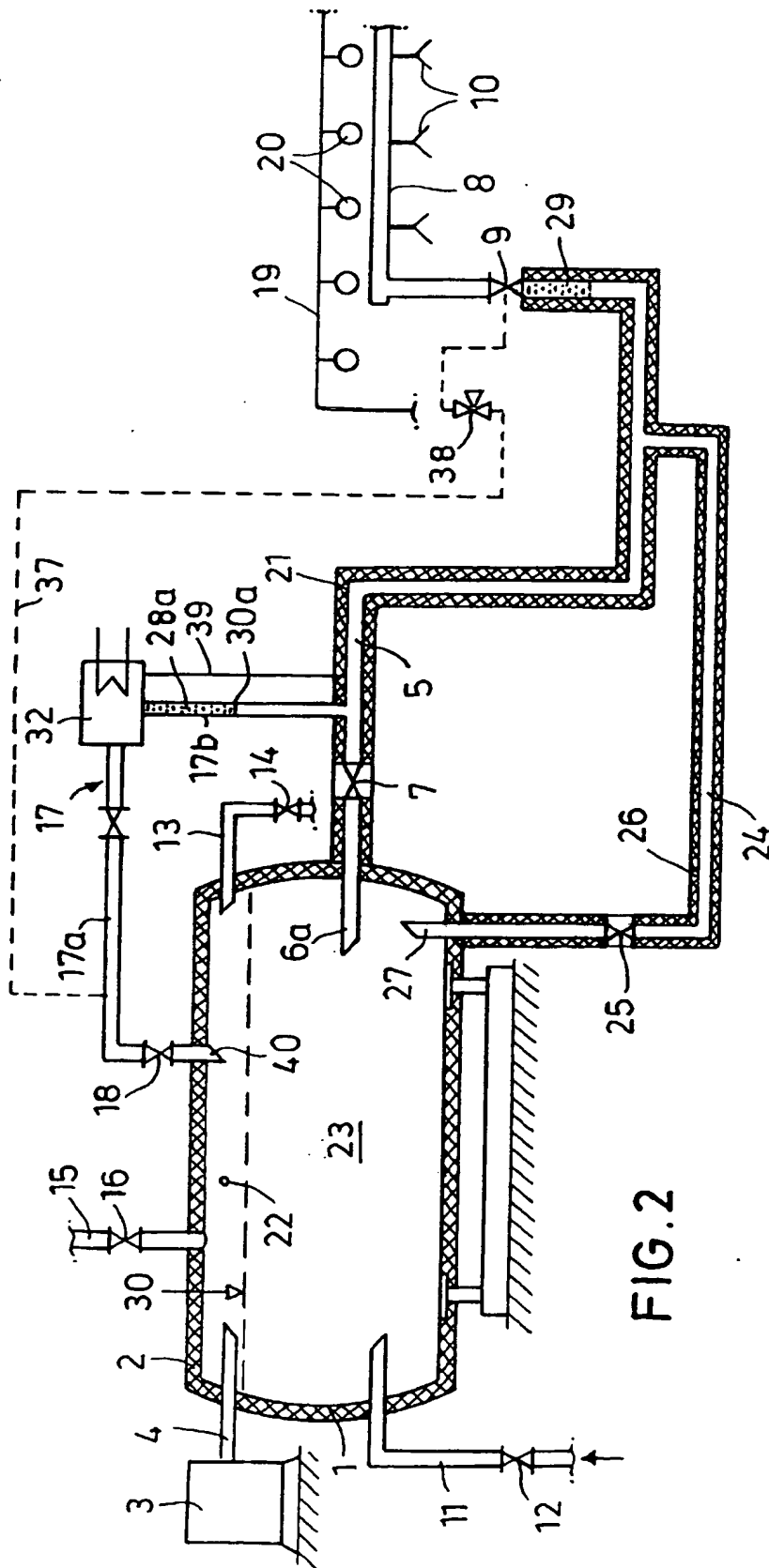


FIG. 2

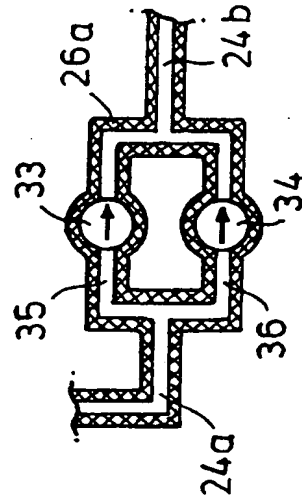


FIG. 3